NOTES DE TRANSFERT TECHNOLOGIQUE
Applications de la recherche forestière Centre de foresterie du Pacifique Numéro 16, avril 2000

Lutte contre les maladies racinaires par dessouchage et abattage par poussée

R. N. Sturrock

IMPORTANCE STRATÉGIQUE

Armillaria ostoyae, *Phellinus weirii* et *Inonotus tomentosus*, champignons responsables de maladies des racines, comptent parmi les plus importants ravageurs forestiers dans l'Ouest de l'Amérique du Nord. En Colombie-Britannique (C.-B), ils entraînent une mortalité élevée et une forte réduction de la croissance dans les forêts de la province. Bien qu'ils constituent des ravageurs destructeurs dans le contexte de l'exploitation forestière, ces champignons indigènes peuvent aussi être considérés comme d'importants régulateurs écologiques qui ont des effets profonds sur la succession et la composition par espèces des peuplements forestiers. En fin de compte, les champignons qui attaquent les racines influent sur tous les objectifs de traitement des peuplements : exploitation forestière, aménagement de la faune et gestion des eaux, activités récréatives, esthétique du paysage et ainsi de suite. Aujourd'hui, cependant, dans bien des régions, les pratiques d'aménagement forestier ont accru l'incidence et la gravité des maladies racinaires au-delà des niveaux acceptables dans el cadre de la foresterie durable.

Les méthodes actuelles de lutte contre les maladies racinaires en C.-B. vont de l'absence de traitement à l'enlèvement des inoculums fongiques dans les sites infestés à l'aide de machines, en passant par la plantation d'essences résistantes ou peu sensibles. Dans les sites à pente faible de grande qualité à sol léger, on recommande l'enlèvement des inoculums par arrachage des souches infectées avec des excavateurs (dessouchage) ou par abattage par poussée des arbres entiers infestés. L'enlèvement des inoculums peut réduire sensiblement la mortalité causée par les champignons responsables des maladies racinaires et, ce qui est plus important, faire en sorte que les sites retrouvent presque entièrement leur productivité optimale.

LES AGENTS PATHOGÈNES

Les conifères affectés par les maladies causées par l'un ou l'autre des trois champignons susmentionnés montrent les symptômes énumérés ci-après, et ce, généralement dans l'ordre suivant : réduction de la croissance des pousses (particulièrement de la pousse terminale);

Extraction d'une souche atteinte d'une maladie racinaire au moyen d'un excavateur.

chlorose et réduction du feuillage; et production induite par le stress de nombreux cônes de taille réduite. Habituellement, ces symptômes ne deviennent apparents qu'à partir du moment où plus de la moitié du système racinaire malade n'est plus fonctionnel. Les symptômes causés par les infections légères ou limitées dans la partie aérienne sur les tiges ou dans les couronnes peuvent passer inaperçus. Les symptômes de ces maladies dépendent aussi de l'âge et de la composition par espèces du peuplement, ainsi que de la vigueur des champignons. On identifie normalement ces trois champignons, agents pathogènes attaquant les racines, à partir de caractéristiques spécifiques, comme l'essence-hôte touchée, le type de carie qu'ils entraînent, et le type de fructification qu'ils produisent (voir le tableau 1).

LE CYCLE DES MALADIES

Le cycle vital de ces champignons comprend deux stades : un stade parasite durant lequel l'hôte est tué, et un stade saprophyte qui débute après la mort de l'hôte et durant lequel le champignon se

Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
Canada

nourrit du système racinaire mort. Ces champignons ne peuvent survivre dans le sol que dans ou sur du bois. Seul *A. ostoyae* peut croître à travers le sol; il produit des structures similaires à des racines – des filaments mycéliens de 1 à 3 mm de diamètre recouverts de tissu mélanisé – appelées rhizomorphes. Les trois champignons produisent des fructifications (sporophores), mais on considère que l'infection de nouveaux hôtes induite par les spores est rare pour *A. ostoyae* et *P. weirii*, et peu fréquente pour *I. tomentosus*.

Les systèmes racinaires infestés des arbres tués sont des sources d'inoculum qui propagent les maladies racinaires, particulièrement dans les peuplements d'hôtes sensibles au stade de la régénération. Quand les racines des nouveaux arbres entrent en contact avec les racines infestées, le champignon les colonise. Quand les racines des arbres infectés entrent en contact avec celles des arbres sains voisins, la maladie peut continuer de se propager. *Armillaria ostoyae* a la capacité particulière de coloniser rapidement les racines qui n'ont pas été infectées des hôtes qu'il a tués, ce qui assure son transfert rapide sur la nouvelle génération d'arbres.

L'inoculum résiduel peut demeurer infectieux pendant environ 35 ans, selon le volume et l'état de la souche, ce qui signifie que les nouveaux arbres qui poussent dans des sites infestés non traités peuvent sont vulnérables pendant une assez longue période. De plus, comme la quantité nette d'inoculum dans les sites infestés s'accumule à chaque coupe non suivie d'un traitement, ces maladies peuvent avoir un impact sans cesse croissant sur les générations successives d'arbres sensibles à ces champignons.

Une fois établi sur le système racinaire, chacun de ces champignons envahit les tissus ligneux, entraînant ainsi la décomposition graduelle des racines. Les arbres infectés meurent pour les raisons suivantes : (1) toutes leurs racines primaires ont été tuées, (2) ils ont été renversés par le vent en raison de la décomposition de leurs racines structurales, (3) dans le cas d'*A. ostoyae*, les éventails mycéliaux croissant dans l'écorce et le cambium ont annelé les tiges, ou (4) ils sont devenus vulnérables aux attaques par les scolytes. Les hôtes sensibles de moins d'environ 15 ans meurent quelques années après avoir contracté ces maladies. Le temps nécessaire pour tuer les arbres augmente avec l'âge de ces derniers, de sorte que *P. weirii* peut prendre 15 à 20 ans et *A. ostoyae* 20 à 30 ans pour tuer un Douglas taxifolié de 80 à 100 ans. Les arbres dont les racines sont atteintes ne meurent pas tous; certains arrivent à limiter la propagation du pathogène par différents moyens, comme en témoigne le tissu de cicatrisation qu'on peut observer autour des lésions et des sites d'infection. Les arbres qui survivent à l'infection croissent moins bien, et les couronnes des plus jeunes arbres peuvent perdre leur position dans le couvert. Dans le cas des peuplements aménagés en vue de leur coupe, les arbres dont les couronnes sont forcées en position intermédiaire ou étouffées peuvent mourir avant d'atteindre l'âge d'exploitabilité. Certains arbres infectés peuvent accroître leur longévité en produisant des racines adventives que l'on croit capables de remplacer les racines mortes sur le plan fonctionnel, mais non sur le plan structural.

Tableau 1. Distribution, hôtes, symptômes et signes des trois principales maladies racinaires forestières de la Colombie-Britannique.

Pathogène	***Armillaria ostoyae***	***Phellinus weirii***	***Inonotus tomentosus***
Maladie	Pourridié-agaric	Carie jaune annelée	Carie rouge alvéolaire
Occurrence	Pathogène racinaire prédominant des conifères dans le sud de la partie intérieure de la C.-B.	Principal pathogène racinaire affectant les conifères dans la partie côtière et certaines régions du sud de la partie intérieure de la C.-B.	Observé le plus fréquemment dans les forêts d'épinettes et de pins du centre et du nord de la C.-B. et à haute altitude dans la partie sud de la C.-B.
Essences sensibles	Tous les conifères et plusieurs feuillus y sont sensibles, mais le mélèze de l'Ouest, le pin ponderosa et le pin blanc deviennent de moins en moins sensibles en vieillissant.	Plusieurs conifères sont sensibles; le Douglas taxifolié est l'hôte qui a la plus grande valeur économique.	En C.-B., il a été observé sur les sapin gracieux et subalpin, les épinettes d'Engelmann, noire et blanche, le pin tordu latifolié, le pin ponderosa et le pin à blanche écorce, la pruche de l'Ouest et le mélèze de l'Ouest.
Essences résistantes	Aucune	Tous les feuillus	Bouleau
Symptômes et signes	Résinose basale (sécrétion de résine), particulièrement chez les espèces résineuses comme le douglas et le pin tordu latifolié. Éventails mycéliens blancs dans l'écorce et le cambium. Champignons crème à bruns pourvus d'écailles blanches à brunes sur leurs tiges et leurs chapeaux, et il peut y avoir un anneau bien visible sur la tige.	Mycéliums gris-blanc, fauves ou violet pâle distinctifs sur la surface des racines infectées. Un mycélium croûté brun peut être présent là où le champignon est exposé à l'air. Des hyphes sétaux – structures brun rougeâtre ressemblant à des poils – souvent observés dans les mycéliums sont un bon critère d'identification. Ce champignon entraîne une décomposition annelée typique par laquelle le bois se sépare en couches le long des cernes annuels.	Sporophores pédonculés ocres à jaune brun sur la face supérieure et crème à jaune brun sur la face inférieure présents sur le sol autour des arbres infectés. Décomposition du bois infecté de type alvéolaire, avec fossettes blanches, bordée de rose.
Ne pas confondre avec	Armillaria sinapina, aussi commun en C.-B.; faiblement parthogène et considéré incapable de tuer les conifères sains.		*Inonotus circinatus* et *Phellinus pini*, qui causent tous deux une décomposition semblable à celle causée par *I. tomentosus*.

101-00686/

LA LUTTE CONTRE LES MALADIES RACINAIRES

Avant d'établir des mesures de lutte contre les maladies des racines, les forestiers doivent d'abord diagnostiquer la maladie qui sévit, puis en estimer la prévalence (proportion d'arbres atteints) et la distribution (elle peut varier de plusieurs zones d'infection éparses à quelques îlots d'infection bien circonscrits). Ce type d'information est le plus souvent obtenu au moyen de relevés de terrain conçus spécialement pour le dépistage des maladies des racines. Ces relevés peuvent se faire suivant des transects espacés régulièrement ou aléatoirement ou suivant des parcelles à rayon variable ou fixe espacées systématiquement. Ils reposent largement sur une évaluation visuelle de l'état des couronnes (symptômes des parties aériennes), effectuée par un dépisteur expérimenté des maladies des racines. Cependant, les forestiers doivent avoir à l'esprit que les symptômes des parties aériennes ne reflètent pas très bien la distribution réelle des champignons pathogènes dans le sol. Selon les compétences du dépisteur et le champignon en cause, les résultats des relevés porteront plus ou moins à sous-estimer la prévalence et la distribution de la maladie. Il y a particulièrement sous-estimation avec *A. ostoyae* et *I. tomentosus*. Les difficultés relatives aux relevés et à leurs résultats ont incité certains organismes à élaborer des outils d'aide à la décision qui leur permettent de mieux évaluer les probabilités ou les risques de dommages attribuables aux maladies des racines dans leur région. Par exemple, dans la région forestière de Nelson, le personnel du ministère des Forêts de la C.-B. a mis au point une matrice d'évaluation des risques liés à Armillaria, laquelle intègre certains paramètres de sites, d'hôtes et de maladie pour obtenir des cotes de risque applicables aux sites infectés. Grâce à ces cotes, les forestiers qui rédigent des prescriptions sylvicoles et des activités d'aménagement forestier peuvent estimer le risque lié à la mise en œuvre des méthodes classiques de récolte, de régénération et d'aménagement forestier dans les sites touchés par le pourridié-agaric (causé par Armillaria).

Quand les résultats des relevés ou d'autres indicateurs, par exemple une matrice d'évaluation des risques de maladie racinaire, montrent que les maladies racinaires présentes dans un peuplement vont compromettre sensiblement l'atteinte des objectifs d'aménagement, il faut alors envisager la mise en œuvre de toutes les stratégies possibles de lutte contre les maladies racinaires, dont l'enlèvement des inoculums.

Quand ils prescrivent des traitements pour les peuplements atteints par les maladies racinaires, les gestionnaires des ressources doivent prendre en compte certains facteurs comme les objectifs d'aménagement à long terme du peuplement, l'état du peuplement et du site, les coûts et les avantages des traitements, la sécurité, les incidences de la maladie sur le peuplement en l'absence de traitement et la compatibilité des traitements avec les autres objectifs d'aménagement.

Les meilleurs moments pour appliquer les mesures de lutte contre les maladies racinaires sont ceux de la récolte et de la régénération des peuplements. On peut alors réduire les quantités d'inoculums pathogènes par dessouchage ou abattage par poussée des arbres atteints, ou encore planter des essences résistantes ou tolérantes.

Il peut être justifié de n'appliquer aucun traitement dans certains sites infestés, où les sols ou la topographie rendent les traitements difficiles ou pour d'autres raisons relatives à l'aménagement des ressources. On doit être conscient des conséquences d'un tel choix, particulièrement dans les sites où la production de bois d'essences vulnérables est le principal objectif poursuivi. Parmi les conséquences possibles, signalons l'accroissement de la prévalence de la maladie, la réduction concomitante de la possibilité annuelle de coupe à cause d'une baisse à long terme de la productivité des peuplements infestés, la possible incapacité de satisfaire les conditions de croissance libre non concurrentielle, et l'accroissement probable du temps nécessaire aux peuplements infestés pour atteindre l'âge minimum d'exploitabilité. Chacune de ces conséquences entraînera pour les forestiers un ou plusieurs des impacts économiques suivants :

- réduction du profit post-récolte en raison d'un volume de coupe inférieur aux prévisions pour le site, ou à cause d'une augmentation des coûts pour la manutention des arbres morts et autres débris,
- nécessité de reboiser le peuplement avec des essences moins sensibles, mais d'une valeur commerciale inférieure ou moins productives;
- nécessité de traiter et de repartir à neuf le peuplement.

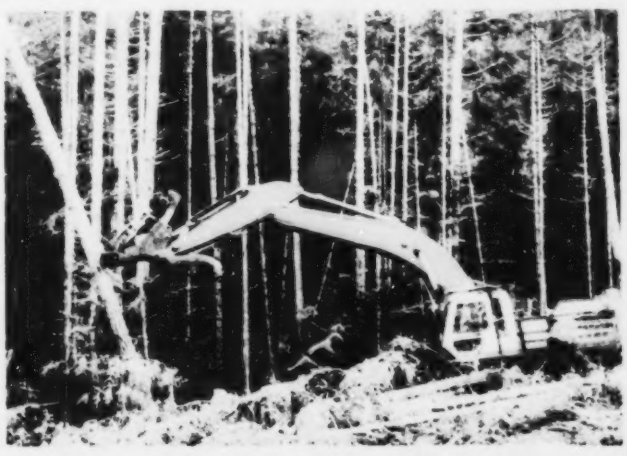
Les deux moyens les plus efficaces pour lutter contre ces maladies racinaires sont :

- **l'enlèvement des sources d'inoculum (souches et racines infectées) par dessouchage ou abattage par poussée,**

ou

- **la plantation d'essences résistantes.**

Les stratégies de lutte contre les maladies des racines qui, à ce jour, se sont avérées inefficace ou non applicables sont présentées au tableau 2.



Un arbre entier atteint d'une maladie racinaire est abattu par poussée avec un excavateur.

LUTTE CONTRE LES MALADIES RACINAIRES PAR DESSOUCHAGE OU ABATTAGE PAR POUSSÉE

L'enlèvement des souches et des grosses racines infectées retire la plus grande partie des inoculums des sites infestés et minimise l'implantation de la maladie dans le nouveau peuplement. Les racines de faible diamètre et les morceaux de racines de fort diamètre qui demeurent dans le sol après l'enlèvement des souches sont déchirées, fragmentées et envahies par des organismes compétitifs du sol. Bien que ces petites pièces de bois infectées puissent présenter un potentiel d'inoculum suffisant pour tuer les jeunes plants de régénération, il est peut probable qu'elles constituent des réservoirs d'inoculum.

Avantages et coûts

Sur le plan de la croissance, l'enlèvement des inoculums peut présenter des avantages égaux sinon supérieurs à ceux pouvant découler de la plantation, de la préparation des sites, de l'amélioration génétique ou de la maîtrise de la végétation. Ainsi, l'enlèvement des inoculums peut être vu comme un moyen d'accroître la productivité forestière. Cependant, bon nombre de forestiers hésitent à procéder à l'enlèvement des inoculums parce qu'ils y voient un investissement important dont la rentabilité est incertaine. Ils se demandent à juste titre s'il vaut la peine de dépenser de 800 à 1 000 $/ha ou plus pour lutter contre les maladies racinaires. Il est clair qu'une analyse économique des stratégies de lutte contre les maladies racinaires aiderait les forestiers à prendre une décision éclairée. Des analyses économiques de l'enlèvement des inoculums dans des peuplements de conifères ont déjà été réalisées. Les résultats de deux études, l'une concernant *P. weirii* dans l'Ouest de l'État de Washington (Russell et collab., 1986) et l'autre concernant Armillaria (pourridié-agaric) en Nouvelle-Zélande (Shaw et Calderon, 1977), indiquent que les fortes pertes dues à la maladie dans des sites non traités peuvent être réduites par enlèvement des inoculums à un coût acceptable au regard des taux de rendement obtenus à la révolution suivante.

Les forestiers devraient considérer l'enlèvement des inoculums comme un mal nécessaire, particulièrement quand on sait qu'avec un seul traitement réussi, les peuplements peuvent retrouver une productivité presque optimale. Pour les forestiers, la question peut se poser de la façon suivante : si un peuplement atteint de maladie racinaire produit seulement 60 % du bois d'un peuplement sain (dont la productivité est optimale) dans la révolution actuelle et que l'enlèvement des inoculums pourrait porter la productivité du peuplement malade à 80 ou 90 % de sa productivité optimale à la prochaine révolution et aux révolutions subséquentes, ne serait-il pas indiqué de procéder à l'enlèvement des inoculums?

Tableau 2. Stratégies de lutte contre les maladies racinaires forestières inefficaces ou non applicables.

Stratégie	Commentaires et contraintes
Agents biologiques	• L'efficacité de ces agents n'a pas été démontrée dans des conditions opérationnelles. • On n'a pas mis au point de systèmes adéquats pour l'application de ces agents. • Il n'existe aucun agent homologué de lutte biologique contre les maladies racinaires forestières au Canada.
Agents chimiques	• L'efficacité de certains de ces agents (p. ex. chloropicrine, Telone II-B) a été démontrée seulement pour la carie jaune annelée. • On peut envisager l'utilisation de produits chimiques pour traiter certains arbres ayant une grande valeur esthétique, mais on doit demander un permis pour utilisation spéciale étant donné qu'il n'y a aucun agent chimique homologué pour la lutte contre les maladies racinaires forestières au Canada.
Feu	• Le feu ne réduira pas la quantité d'inoculum dans les souches et les racines. • Le feu influera sur le type de végétation qui recolonisera le site, et pourrait faire apparaître un mélange d'espèces sensibles et non sensibles.
Fertilisation	Azote • Peut retarder le développement des symptômes de la couronne, mais peut aussi stimuler la croissance de certains arbres qui entreront plus tôt en contact avec l'inoculum. Potassium • Appliqué à certains sites des États du Nord-Ouest des États-Unis bordés par le Pacifique; son efficacité contre les maladies racinaires n'a pas été démontrée.
Espacement important entre les arbres sensibles plantés	• Non recommandé, à moins que les espèces sensibles soient mêlées à des espèces résistantes, ou, dans le cas de la carie jaune annelée, qu'on soit en présence de sols profonds où il y a régénération des douglas avec un espacement d'au moins 4 m entre les arbres.

Contraintes potentielles

Bien qu'il soit bien établi que l'enlèvement des inoculums accroît la productivité des peuplements, cette pratique peut aussi avoir des effets néfastes sur la croissance des arbres dans certaines situations. Il est probable que les effets sur la croissance dépendent fortement du fait que les sites se prêtent bien ou non à l'enlèvement des inoculums et des précautions prises pour réduire au maximum les répercussions sur les caractéristiques des sols durant les opérations. Les forestiers devraient toujours vérifier si les sols sont favorables à l'enlèvement des inoculums, ce traitement n'étant définitivement pas approprié partout.

L'enlèvement des inoculums peut fortement perturber les sites, mais cette perturbation n'en entraîne pas nécessairement la dégradation. L'enlèvement de souches ou d'arbres entiers avec de la machinerie lourde déplace et mélange les éléments du sol et de la couverture morte, dont les débris ligneux, crée des trous de souches, et peut aussi compacter le sol. La machinerie utilisée, les compétences et l'expérience de l'opérateur, la taille des arbres et des souches, tout comme l'état du site et du sol, sont autant de facteurs qui détermineront si la perturbation du site par les opérations d'enlèvement des inoculums peut être considérée acceptable ou non. En général, on recommande l'enlèvement des inoculums pour les sites dont la pente est inférieure à 35 % et dont les sols présentent de faibles risques de perte de masse, d'érosion, de compactage et de déplacement.

Techniques anciennes pour l'enlèvement des inoculums

Anciennement, on utilisait un bulldozer à lame droite pour enlever les souches, mais ceux-ci déplaçaient de trop grandes quantités de sol, entraînant la formation de grands trous et le mélange du sol superficiel au sous-sol. Les bulldozers à lame dentée (lame à rémanents) facilitaient le dessouchage tout en réduisant le déplacement et le mélange de sol. L'utilisation de fourches à grumes installées sur les bulldozers réduisait encore davantage la perturbation du sol. Les fourches à grumes, munies de projections en forme de défense longues de 1 m pointant vers l'avant et légèrement courbées vers le haut, étaient introduites dans le sol de part et d'autre de la souche et la poussaient ou la soulevaient hors de terre. Durant cette manœuvre, une bonne partie de la terre suspendue aux racines retombait dans le trou. Les fourches produisaient de plus petits trous, déplaçaient et mêlaient moins de sol, et enlevaient probablement plus de racines infectées que les lames. Un extracteur de souches vibrant combinait le soulèvement et la vibration pour séparer les souches et les systèmes racinaires du sol en perturbant peu le site. Ce type d'équipement parvenait à extraire des souches atteignant 50 cm de diamètre.

Techniques modernes

Récemment, on a recommandé pour l'enlèvement des inoculums l'utilisation d'excavateurs munis d'un godet standard et d'un organe de préhension hydraulique. Les excavateurs peuvent extraire des souches ou abattre des arbres par poussée en demeurant stationnaire. Cette approche réduit le compactage et la perturbation des sols par comparaison avec les autres machines, comme les bulldozers. Une bonne part des dommages causés aux sites et aux sols par les anciennes techniques étaient dûs au déplacement et au glissement des bulldozers qui se produisaient quand ceux-ci appliquaient la force nécessaire pour extraire les souches.

Conseils Pour L'enlèvement Des Inoculums

- Engagez des opérateurs de machinerie qui ont de l'expérience dans le dessouchage et l'abattage d'arbres par poussée.
- Utilisez un excavateur suffisamment lourd et puissant pour extraire les souches et abattre les arbres par poussée, mais qui minimise la perturbation des sites.
- Au moment du dessouchage ou de la séparation de la masse racinaire d'avec la tige d'un arbre abattu par poussée, veillez à ce que les opérateurs extraient complètement la souche ou le système racinaire et les mettent à l'envers, c'est-à-dire la partie coupée vers le bas et les racines vers le haut, de façon à exposer le mieux possible l'inoculum à l'action destructrice du soleil et de l'air. Les souches et les systèmes racinaires dont des racines restent dans le sol seront des sources d'inoculum infectieux.
- Veillez à ce que les opérateurs ramassent les gros morceaux de racines bien visibles (de plus de 5 cm de diamètre) dans les trous laissés par les souches et les systèmes racinaires extraits et les placent sur le sol.

SOMMAIRE DES RÉSULTATS D'ÉTUDES SUR L'ENLÈVEMENT DES INOCULUMS CONCERNANT LA MORTALITÉ

L'efficacité du dessouchage et de l'abattage par poussée en vue de la réduction des quantités des inoculums responsables des maladies racinaires a été évaluée à divers sites de l'Ouest de l'Amérique du Nord. Dans la majorité des sites, on a déterminé l'efficacité de ces traitements en comparant les mortalités chez des arbres sensibles plantés, d'une part, dans des parcelles où l'on avait pratiqué le dessouchage ou l'abattage par poussée, et, d'autre part, dans des parcelles non traitées. Des données sur la croissance des arbres plantés ont aussi été recueillies dans certaines sites (tableau 3). Les études résumées au tableau 3 ont été réalisées dans des sites dont les caractéristiques étaient très variées et dans des types de peuplement et suivant des protocoles expérimentaux également très variés. Certaines des études étaient limitées à un seul endroit alors que d'autres ont été répétées à plusieurs sites. Malgré ces différences, dans tous les cas à ce jour, la mortalité due aux maladies racinaires était moins élevée dans les parcelles où l'on avait pratiqué le dessouchage ou l'abattage par poussée que dans les parcelles non traitées.

Tableau 3. Sommaire des résultats concernant la mortalité provenant d'études sur l'enlèvement des inoculums et d'études de cas réalisées dans l'Ouest de l'Amérique du Nord. On a dessouché au moyen d'un bulldozer à tous les sites, sauf à Skimikin, où on a utilisé un bulldozer pour abattre les arbres par poussée et ensuite « râteler » le sol pour ramasser les racines.

Endroit et biozone*	Maladie racinaire (champignon)	Traitement (Nombre total d'arbres évalués dans l'ensemble des parcelles)**	Pourcentage d'arbres tués par la maladie racinaire dans l'ensemble des parcelles**	Données de croissance recueillies? Oui ou Non	Nombre de saisons de croissance	Source de l'information
Hoodsport, péninsule Olympic, État de Washington	Carie jaune annelée (*Phellinus weirii*)	Non dessouché (680)	18,4	Oui	20	Walt Thies USDA Forest Service PNW Research Station 3200 Jefferson Way Corvallis OR 97331
		Dessouché (680)	4,7			
Apiary, Coast Range, État de Washington	Carie jaune annelée (*Phellinus weirii*)	Non dessouché (680)	5,4	Oui	19	Walt Thies
		Dessouché (680)	1,0			
Gates, versant ouest des monts Cascades, Oregon	Carie jaune annelée (*Phellinus weirii*)	Non dessouché (952)	3,5	Oui	16	Walt Thies
		Dessouché (952)	0,5			
Sweethome, versant ouest des monts casacades, Oregon	Carie jaune annelée (*Phellinus weirii*)	Non dessouché (816)	5,4	Oui	16	Walt Thies
		Dessouché (816)	2,5			
Stearns Creek, nord-ouest de l'État de Washington	Carie jaune annelée (*Phellinus weirii*)	Non dessouché† (2000 à 1740)	Pré-éclaircie : 9,6 Post-éclaircie : 8,2	Non	19	Kenelm Russell c/o Washington Dept. Natural Ressources 713 E. Bowers Road Ellensburg, WA 98926
		Dessouché† (2000 à 1740)	Pré-éclaircie : 5,0 Post-éclaircie : 3,6			
Vallée de la Cowichan, sud de l'île de Vancouver, C.-B. (CWHxm1)	Carie jaune annelée (*Phellinus weirii*)	Non dessouché (529)	12,0	Non	21	Rona Sturrock Service canadien des forêts Centre de foresterie du Pacifique 506 West Burnside Rd. Victoria, C.-B. V8Z 1M5
		Dessouché (578)	0,9			
Canyon Copper, sud de l'île de Vancouver, C.-B. (CWHxm1)	Pourridié-agaric (*Armillaria ostoyae*)	Non dessouché (613)	3,6	Oui	19	Stefan Zeglen BC Ministry of Forests Vancouver Region 2100 Labieux Road Nanaimo C.-B. V9T 6E9
		Dessouché (910)	< 0,5			
Skimikin, sud de la partie intérieure de la C.-B. (ICHm1)	Carie jaune annelée (*Phellinus weirii*) et pourridié-agaric (*Armillaria ostoyae*)	Absence d'abattage par poussée (3054)	20,5	Oui	30	Duncan Morrison Service candien des forêts Centre de foresterie du Pacifique 506 West Burnside Rd. Victoria, C.-B. V8Z 1M5
		Abattage par poussée (3534)	2,1			

* Biozone = zone biogéoclimatique; n'est applicable qu'aux sites de la Colombie-Britannique.

** Le total des arbres dans toutes les parcelles comprend tous les conifères sensibles, qu'ils aient été plantés ou issus de la régénération naturelle, sauf dans l'essai de Skimikin, où toutes les essences sensibles (Douglas taxifolié, pin tordu latifolié, thuya géant, mélèze de l'Ouest, épinette d'Engelmann et bouleau à papier) ont été incluses. La taille et le nombre des parcelles variaient d'une étude à l'autre. Au canyon Copper, il n'y avait pas de parcelles individuelles et on a échantillonné 6 % de la superficie traitée; au site de la vallée de la Cowichan, on a évalué une seule parcelle témoin de 0,36 ha et une seule parcelle dessouchée de 0,34 ha.

† À Stearns Creek, on a réduit le nombre de tige d'environ 2000 à environ 1740 dans toutes les parcelles à l'hiver 1989-1990.

Autres études sur l'enlèvement des inoculums

En plus des études présentées au tableau 3, un certain nombre d'essais plus récents d'enlèvement des inoculums sont actuellement en cours en C.-B. (tableau 4), dont les données sont encore insuffisantes pour être présentées. Certains de ces projets portent sur la carie rouge alvéolaire (causée par Inonotus tomentosus).

Actuellement, l'enlèvement des inoculums par dessouchage ou abattage par poussée ou la plantation d'essences résistantes sont les moyens les plus efficaces pour réduire les quantités d'inoculums des maladies racinaires dans les sites de la Colombie-Britannique et des États du Nord-Ouest des États-Unis bordés par le Pacifique. Les résultats des nombreux essais en cours modifieront probablement les stratégies actuelles d'aménagement.

Système racinaire et tige d'un Douglas taxifolié infecté par P. weirii et abattu par poussée avec un excavateur.

Tableau 4. Sommaire des autres essais d'enlèvement des inoculums en cours en Colombie-Britannique.

Endroit et biozone (année du début de l'étude)	**Maladie racinaire (champignon)**	**Méthode d'enlèvement de l'inoculum**	**Source de l'information**
Lac Shawinigan, sud de l'île de Vancouver, C.-B., CWHxm (1992)	Carie jaune annelée (*Phellinus weirii*)	Abattage par poussée	Rona Sturrock Service canadien des forêts Centre de foresterie du Pacifique 506 West Burnside Rd. Victoria, C.-B. V8Z 1M5 rsturrock@pfc.forestry.ca
Nichyeskwa Creek, District forestier de Bulkley, nord-ouest de la C.-B., SBSmc (1995)	Carie rouge alvéolaire (*Inonotus tomentosus*)	Dessouchage	Alex Woods B.C. Ministry of Forests Bag 5000 3726 Alfred Avenue Smithers, C.-B. V0J 2N0 alex.woods@gems8.gov.bc.ca
Mount 7, Golden, C.-B., transition ICHmk/MSdk (1995)	Carie rouge alvéolaire (*Inonotus tomentosus*)	Dessouchage et abattage par poussée	Eric Allen Service canadien des forêts Centre de foresterie du Pacifique 506 West Burnside Rd. Victoria, C.-B. V8Z 1M5 eallen@pfc.forestry.ca
Ice Road, Nakusp, C.-B. ICHmw2 (1996)	Pourridié-agaric (*Armillaria ostoyae*)	Dessouchage et abattage par poussée	Eric Allen

Lectures suggérées

Bloomberg, W.J.; Reynolds, G. 1985. Growth loss and mortality in laminated root rot infection centers in second-growth Douglas-fir on Vancouver Island. Forest Science 31:497-508.

Bloomberg, W.J.; Reynolds, G. 1988. Equipment trials for uprooting root-rot-infected stumps. Western Journal of Applied Forestry 3:80-82.

Cruickshank, M.G.; Morrison, D.J.; Punja, Z.K. 1997. Incidence of Armillaria species in precommercial thinning stumps and spread of Armillaria ostoyae to adjacent Douglas-fir trees. Journal canadien de recherche forestière 27:481-490.

Hunt, R.S.; Unger, L. 1994. Tomentosus root disease. Natural Resources Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Pacifique, Forest Pest Leaflet No. 77. 8 p.

Morrison, D.J.; Wallis, G.M.; Weir, L.C. 1988. Control of Armillaria and Phellinus root diseases: 20-year results from the Skimikin stump removal experiment. Forêts Canada, Centre de foresterie du Pacifique, Victoria, C.-B. Information Report BC-X-302. 16 p.

Morrison, D. J.; Merler, H.; Norris, D. 1991. Detection, recognition and management of Armillaria and Phellinus root diseases in the southern interior of British Columbia. Forêts Canada, B.C. Ministry of Forests, Canada-British Columbia Partnership Agreement on Forest Resource Development: FRDA II. FRDA report 179. 25 p.

Russell, K.; Johnsey , R.; Edmonds, R. 1986. Disease and insect management for Douglas-fir. Pages 189-207 in Douglas-fir: stand management for the future. C.D. Oliver, D.P. Hanley and J.A. Johnson, eds. College of Forest Resources, Institute of Forest Resources, Contribution No. 55. University of Washington, Seattle.

Shaw, C.G., III; Calderon, S. 1977. Impact of Armillaria root rot in plantations of Pinus radiata established on sites converted from indigenous forest. New Zealand Journal of Forest Science 7:359-373.

Smith, R.B.; Wass, E.F. 1989. Soil displacement in stump-uprooting equipment trials on a root rot-infested cutover. Journal of Soil and Water Conservation 44:351-352.

Smith, R.B.; Wass, E.F. 1991. Impacts of two stumping operations on site productivity in interior British Columbia. Forêts Canada, Centre de foresterie du Pacifique, Victoria, C.-B. Information Report BC-X-327. 43 p.

Smith, R.B.; Wass, E.F. 1994. Impacts of a stump uprooting operation on properties of calcareous loamy soil and on planted seedling performance. Forêts Canada, Centre de foresterie du Pacifique, Victoria, C-B.. Information Report BC-X-344. 19 p.

Smith, R.B.; Wass, E.F. 1997. Impacts of stump uprooting on a gravelly sandy loam soil and planted Douglas-fir seedlings in south-coastal British Columbia. Natural Resources Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Pacifique, Victoria, C.-B. Information Report BC-X-368. 15 p.

Sturrock, R.N.; Phillips, E.J.; Fraser, R.G. 1994. A trial of push-falling to reduce *Phellinus weirii* infection of coastal Douglas-fir. Forêts Canada, B.C. Ministry of Forests, Canada-British Columbia Partnership Agreement on Forest Resource Development: FRDA II. FRDA report 217. 22 p.

Thies, W.G. 1983. Determination of growth reduction in Douglas-fir infected by *Phellinus weirii*. Forest Science 29:305-315.

Thies, W.G.; Nelson, E.E. 1988. Bulldozing stumps and nitrogen fertilization affect growth of Douglas-fir seedlings. Journal canadien de recherche forestière 18:801-804.

Thies, W.G.; Sturrock, R.N. 1995. Laminated root rot in western North America. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR. General Technical Report PNW-GTR-349. 32 p.

Thies, W.G.; Nelson, E.E.; Zabowski, D. 1994. Removal of stumps from a *Phellinus weirii* infested site and fertilization affect mortality and growth of planted Douglas-fir. Journal canadien de recherche forestière 24:234-239.

Wass, E.F.; Senyk, J.P. 1999. Croissance des arbres au cours des 15 années suivant des opérations de dessouchage à l'intérieur de la Colombie-Britannique. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Pacifique, Victoria, C.-B. Note de transfert technologique 133. 4 p.

Personne-ressource

Rona Sturrock
Service canadien des forêts
Centre de foresterie du Pacifique
506 West Burnside Rd.
Victoria, C.-B. V8Z 1M5
(250) 363-0789
Courriel : rsturrock@pfc.forestry.ca

Remerciements

Anne Dickinson, rédactrice, SCF

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le Service canadien des forêts et ces études, veuillez visiter notre site Web :
http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca

Imprimé sur du papier recyclé
ISSN 1485-2815 Cat. No. Fo29-47/16-2000F
ISBN No. 0-662-84999-X

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2000
This publication is also available in English

Canada